

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年11月27日

出願番号

Application Number:

特願2000-360134

出願人

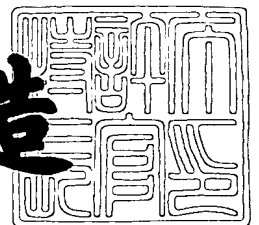
Applicant(s):

京セラ株式会社

2001年 6月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3056973

【書類名】 特許願

【整理番号】 22787

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 3/16

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社  
中央研究所内

【氏名】 岡村 健

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社  
中央研究所内

【氏名】 平松 信樹

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非放射性誘電体線路およびミリ波送受信器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に誘電体線路を介装してなる非放射性誘電体線路において、前記誘電体線路の伝送方向の稜部に 0. 0 1 ～ 0. 3 mm の幅の面取り部が形成されていることを特徴とする非放射性誘電体線路。

【請求項 2】

前記誘電体線路は、Mg, Al, Si の複合酸化物を主成分とするセラミックスからなるとともに測定周波数 6 0 G H z での Q 値が 1 0 0 0 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の非放射性誘電体線路。

【請求項 3】

前記複合酸化物のモル比組成式が  $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$  (但し、 $x = 10 \sim 40$  モル%,  $y = 10 \sim 40$  モル%,  $z = 20 \sim 80$  モル%,  $x + y + z = 100$  モル% を満足する) で表されることを特徴とする請求項 2 記載の非放射性誘電体線路。

【請求項 4】

ミリ波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に、高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、前記高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号を伝搬させる第 1 の誘電体線路と、

バイアス電圧印加方向が前記ミリ波信号の電界方向に合致するように配置され、前記バイアス電圧を周期的に制御することによって前記ミリ波信号を周波数変調した送信用のミリ波信号として出力する可変容量ダイオードと、

前記第 1 の誘電体線路に、一端側が電磁結合するように近接配置されるかまたは一端が接合されて、前記ミリ波信号の一部をミキサー側へ伝搬させる第 2 の誘電体線路と、

前記平行平板導体に平行に配設されたフェライト板の周縁部に所定間隔で配置されかつそれぞれ前記ミリ波信号の入出力端とされた第 1 の接続部、第 2 の接続

部および第 3 の接続部を有し、一つの前記接続部から入力された前記ミリ波信号をフェライト板の面内で時計回りまたは反時計回りに隣接する他の接続部より出力させるサーキュレータであって、前記第 1 の誘電体線路の前記ミリ波信号の出力端に前記第 1 の接続部が接合されるサーキュレータと、

該サーキュレータの第 2 の接続部に接合され、前記ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送受信アンテナを有する第 3 の誘電体線路と、

前記送受信アンテナで受信され第 3 の誘電体線路を伝搬して前記サーキュレータの第 3 の接続部より出力した受信波をミキサー側へ伝搬させる第 4 の誘電体線路と、

前記第 2 の誘電体線路の中途と前記第 4 の誘電体線路の中途とを近接させて電磁結合させるかまたは接合させて成り、ミリ波信号の一部と受信波とを混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部と、

を設けたミリ波送受信器において、

前記第 1 ～第 4 の誘電体線路のうち少なくとも一つが請求項 1 ～3 のいずれかに記載の誘電体線路から成ることを特徴とするミリ波送受信器。

【請求項 5】

ミリ波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に、

高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、前記高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号を伝搬させる第 1 の誘電体線路と、

バイアス電圧印加方向が前記ミリ波信号の電界方向に合致するように配置され、前記バイアス電圧を周期的に制御することによって前記ミリ波信号を周波数変調した送信用のミリ波信号として出力する可変容量ダイオードと、

第 1 の誘電体線路に、一端側が電磁結合するように近接配置されるかまたは一端が接合されて、前記ミリ波信号の一部をミキサー側へ伝搬させる第 2 の誘電体線路と、

前記平行平板導体に平行に配設されたフェライト板の周縁部に所定間隔で配置されかつそれぞれ前記ミリ波信号の入出力端とされた第 1 の接続部、第 2 の接続部および第 3 の接続部を有し、一つの前記接続部から入力された前記ミリ波信号をフェライト板の面内で時計回りまたは反時計回りに隣接する他の接続部より出

力させるサーキュレータであって、前記第 1 の誘電体線路の前記ミリ波信号の出力端に前記第 1 の接続部が接続されるサーキュレータと、

該サーキュレータの第 2 の接続部に接続され、前記ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送信アンテナを有する第 3 の誘電体線路と、

先端部に受信アンテナ、他端部にミキサーが各々設けられた第 4 の誘電体線路と、

前記サーキュレータの第 3 の接続部に接続され、前記送信アンテナで受信混入したミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に設けられた無反射終端部で前記ミリ波信号を減衰させる第 5 の誘電体線路と、

前記第 2 の誘電体線路の中途と前記第 4 の誘電体線路の中途とを近接させて電磁結合させるかまたは接合させて成り、ミリ波信号の一部と受信波とを混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部と、

を設けたミリ波送受信器において、

前記第 1 ～第 5 の誘電体線路のうち少なくとも一つが請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の誘電体線路から成ることを特徴とするミリ波送受信器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばミリ波等の高周波帯域で用いられる非放射型誘電体線路であって、ミリ波集積回路等に好適に使用される非放射型誘電体線路に関するものであり、また非放射型誘電体線路型のミリ波集積回路、ミリ波レーダーモジュール等のミリ波送受信器に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来の非放射型誘電体線路 (nonradiative dielectric waveguideで、以下、NRDガイドという) S 1 の構成を図 1 に示す。図 1 のNRDガイドS 1 は、使用周波数において空气中を伝搬する電磁波 (高周波信号) の波長 $\lambda$ に対して、間隔 d が $\lambda/2$ 以下である一対の平行平板導体 1, 3 の間に誘電体線路 2 を介装することにより、その誘電体線路 2 に沿って電磁波が伝搬でき、放射波は平行

平板導体 1, 3 の遮断効果によって抑制されるという動作原理に基づいている。

【0003】

このNRDガイドS1の電磁波伝搬モードとしては、LSMモード、LSEモードの2種類があることが知られているが、損失の小さいLSMモードが一般的に使用されている。また、NRDガイドの他のタイプとして、図2のような曲線状の誘電体線路14を設けたNRDガイドS2もあり、これにより電磁波を容易に曲線的に伝搬させることができ、ミリ波集積回路の小型化や自由度の高い回路設計ができるという利点を持っている。

【0004】

なお、図1および図2において、上側の平行平板導体3, 13は内部を透視するように一部を切り欠くか、破線で示した。また、1, 11は下側の平行平板導体である。

【0005】

また、従来、NRDガイドS1, S2の誘電体線路2, 14の材料としては、手軽に加工できるという簡便さと低損失という点で、テフロン、ポリスチレン等の比誘電率2~4の樹脂材料が使われてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来用いられてきたテフロン、ポリスチレン等の比誘電率2~4の誘電体からなる誘電体線路でNRDガイドS1, S2を構成すると、曲線部での曲げ損失や、誘電体線路の接合部での損失が大きいという欠点があった。このため、急峻な曲線部を設けることができなかった。また、緩やかな曲線部とした場合にも、その曲線部の曲率半径を精密に決定する必要があった。さらに、小さい曲げ損失でもって使用可能な周波数範囲が、例えば60GHz付近では1~2GHzと十分ではなかった。これは、比誘電率が2~4の誘電体を用いてNRDガイドS1, S2を構成した場合、上記LSMモードとLSEモードの分散曲線が非常に近いたため、LSMモードの電磁波の1部がLSEモードに変換されてしまい、損失が増大するためであった。

【0007】

山訂時 0 0 0 1 0 1

従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

Mモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果

ミリ波集積回路等を小型化でき、信頼性が高く、また高周波信号の損失が小さい高性能なNRDガイドを提供することである。また、このようなNRDガイドを用いることにより、高周波信号の伝送損失が小さく、小型化されたミリ波送受信器を提供することである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明の非放射型誘電体線路は、高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で配置した平行平板導体間に誘電体線路を介装してなる非放射型誘電体線路において、前記誘電体線路の伝送方向の稜部に0.01～0.3mmの幅の面取り部が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明のNRDガイドは、誘電体線路の高周波信号の伝送方向に平行な稜部に0.01～0.3mmの幅の面取り部を形成しているので、誘電体線路の平行平板導体に対向する面を接着剤により平行平板導体に接着する場合、接着剤が面取り部にまで這い上がり接着面積が増大することから、誘電体線路が強固に接着されて耐久性に優れたものとなる。また、熱膨張、衝撃等の影響を面取り部の接着剤で緩衝することができ、その結果伝搬する高周波信号（電磁波）の電界が集中する誘電体線路中央部の変形を避けることができ、高周波信号の伝送損失を効果的に抑制することができる。このようにして、信頼性が高く、損失が小さい高性能なNRDガイドを構成することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明において、好ましくは、前記誘電体線路は、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分とするセラミックスからなるとともに測定周波数60GHzでのQ値が1000以上であることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上記の構成により、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を誘電体線路に作製することができ、その結果ミリ波集積回路等を小型化でき、しかも加工が容易で作製の自由度の高いNRDガイドを作製できる。また、高周波信号の伝送損失が



小さいものとなり、また形状精度が精密で安定した誘電体線路をセラミックスにより容易に多数個作製できるため安価なものとなる。また、誘電体線路の比誘電率がテフロン等の樹脂材料と比して高いので、例えばこれらの樹脂材料を用いて誘電体線路の支持用治具や回路基板等を作製し、誘電体線路近傍に配置してもその影響を受けにくくなる。

【 0 0 1 6 】

また本発明において、好ましくは、前記複合酸化物のモル比組成式が  $x \text{MgO} \cdot y \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z \text{SiO}_2$  (但し、 $x = 10 \sim 40$  モル%,  $y = 10 \sim 40$  モル%,  $z = 20 \sim 80$  モル%,  $x + y + z = 100$  モル% を満足する) で表されることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

上記の構成により、さらに伝送損失が少なく、かつ安価で高い形状精度の誘電体線路を用いたNRDガイドを作製できる。

【 0 0 1 8 】

本発明のミリ波送受信器は、

ミリ波信号の波長の2分の1以下の間隔で配置した平行平板導体間に、

高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、前記高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号を伝搬させる第1の誘電体線路と、

バイアス電圧印加方向が前記ミリ波信号の電界方向に合致するように配置され、前記バイアス電圧を周期的に制御することによって前記ミリ波信号を周波数変調した送信用のミリ波信号として出力する可変容量ダイオードと、

前記第1の誘電体線路に、一端側が電磁結合するように近接配置されるかまたは一端が接合されて、前記ミリ波信号の一部をミキサー側へ伝搬させる第2の誘電体線路と、

前記平行平板導体に平行に配設されたフェライト板の周縁部に所定間隔で配置されかつそれぞれ前記ミリ波信号の入出力端とされた第1の接続部、第2の接続部および第3の接続部を有し、一つの前記接続部から入力された前記ミリ波信号をフェライト板の面内で時計回りまたは反時計回りに隣接する他の接続部より出力させるサーキュレータであって、前記第1の誘電体線路の前記ミリ波信号の出

力端に前記第 1 の接続部が接合されるサーキュレータと、

該サーキュレータの第 2 の接続部に接合され、前記ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送受信アンテナを有する第 3 の誘電体線路と、

前記送受信アンテナで受信され第 3 の誘電体線路を伝搬して前記サーキュレータの第 3 の接続部より出力した受信波をミキサー側へ伝搬させる第 4 の誘電体線路と、

前記第 2 の誘電体線路の中途と前記第 4 の誘電体線路の中途とを近接させて電磁結合させるかまたは接合させて成り、ミリ波信号の一部と受信波とを混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部と、

を設けたミリ波送受信器において、

前記第 1 ～第 4 の誘電体線路のうち少なくとも一つが上記本発明の誘電体線路から成ることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明は、上記の構成により、信頼性が高く、高性能かつ小型のミリ波送受信器とすることができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明のミリ波送受信器は、

ミリ波信号の波長の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に、

高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、前記高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号を伝搬させる第 1 の誘電体線路と、

バイアス電圧印加方向が前記ミリ波信号の電界方向に合致するように配置され、前記バイアス電圧を周期的に制御することによって前記ミリ波信号を周波数変調した送信用のミリ波信号として出力する可変容量ダイオードと、

第 1 の誘電体線路に、一端側が電磁結合するように近接配置されるかまたは一端が接合されて、前記ミリ波信号の一部をミキサー側へ伝搬させる第 2 の誘電体線路と、

前記平行平板導体に平行に配設されたフェライト板の周縁部に所定間隔で配置されかつそれぞれ前記ミリ波信号の入出力端とされた第 1 の接続部、第 2 の接続部および第 3 の接続部を有し、一つの前記接続部から入力された前記ミリ波信号

をフェライト板の面内で時計回りまたは反時計回りに隣接する他の接続部より出力させるサーキュレータであって、前記第 1 の誘電体線路の前記ミリ波信号の出力端に前記第 1 の接続部が接続されるサーキュレータと、

該サーキュレータの第 2 の接続部に接続され、前記ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送信アンテナを有する第 3 の誘電体線路と、

先端部に受信アンテナ、他端部にミキサーが各々設けられた第 4 の誘電体線路と、

前記サーキュレータの第 3 の接続部に接続され、前記送信アンテナで受信混入したミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に設けられた無反射終端部で前記ミリ波信号を減衰させる第 5 の誘電体線路と、

前記第 2 の誘電体線路の中途と前記第 4 の誘電体線路の中途とを近接させて電磁結合させるかまたは接合させて成り、ミリ波信号の一部と受信波とを混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部と、

を設けたミリ波送受信器において、

前記第 1 ～第 5 の誘電体線路のうち少なくとも一つが上記本発明の誘電体線路から成ることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 1 】

本発明は、上記の構成により、信頼性が高く、高性能かつ小型のミリ波送受信器とすることができる。また、送信用のミリ波信号がサーキュレータを介してミキサーへ混入することがなく、その結果受信信号のノイズが低減し、ミリ波レーダーに適用した場合に探知距離が増大し、ミリ波信号の伝送特性に優れたものとなる。

#### 【 0 0 2 2 】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の NRD ガイドについて以下に詳細に説明する。本発明の NRD ガイドは図 1 のものと全体の基本構成は同様であり、以下図 1 に基いて説明する。同図において、1, 3 は高周波信号の波長  $\lambda$  の 2 分の 1 以下の間隔  $d$  で配置した下側, 上側の平行平板導体、2 は平行平板導体 1, 3 間に介装、挟持された誘電体線路であり、複数の誘電体線路部分の端面同士を所定間隔で対向配置させて構成し

てもよい。なお、上記波長 $\lambda$ は、使用周波数における高周波信号の空気中での波長に相当する。NRDガイドS1用の平行平板導体1, 3は、高い電気伝導度および加工性等の点で、Cu, Al, Fe, SUS（ステンレススチール）, Ag, Au, Pt等からなり、鍛造、鑄造、ダイカスト、研削等で加工された金属板、あるいはセラミックス、樹脂等から成る絶縁板の表面にこれらの導体層を形成したものでもよい。

## 【0023】

本発明において、図7（a）,（b）に示すように、誘電体線路2は伝送方向の稜部に0.01～0.3mmの幅Hの面取り部2aを有する。なお、図7の（a）は誘電体線路2および平行平板導体1, 3の高周波信号の伝送方向に垂直な断面でみた部分断面図であり、（b）は誘電体線路2の面取り部2aの部分断面図である。面取り部2aの幅Hが0.01mm未満の場合、そのような小さい幅の面取り部2aを形成することは加工上困難である。一方、面取り部の幅Hが0.3mmよりも大きくなると、誘電体線路2の平行平板導体1, 3に対向する面2cの面積が小さくなり誘電体線路2の接着強度が小さくなるとともに、誘電体線路2の側面2bの中央部である電界集中部近くに誘電損失の大きな接着剤4が存在する結果、接着剤4が高周波信号を減衰させ高周波信号の伝送損失が大きくなる。このため、誘電体線路2の接着強度を維持して高周波信号の伝送損失を効果的に抑制するためには、面取り部2aの幅は0.3mm以下とする必要がある。

## 【0024】

なお、伝搬する高周波信号（電磁波）の電界は誘電体線路2の側面2bの中央部に集中し、また平行平板導体1, 3近傍の誘電体線路2の側面2bにおいて平行平板導体1, 3の内面に垂直な方向の電界が集中する。そのため、誘電損失の小さな空気を誘電体線路2の側面2b側の誘電体として利用することが好ましく、本発明の面取り部2aの構造は、誘電体線路2の接着強度を維持しつつ、空気に晒される誘電体線路2の側面2bの面積を大きくとれるため、高周波信号の伝送損失を小さくすることができる。

## 【0025】

なお、面取り部 2 a の幅は、好ましくは 0.02 ~ 0.25 mm であり、より好ましくは 0.05 ~ 0.2 mm がよい。さらに、面取り部 2 a は誘電体線路 2 の高周波信号の伝送方向に垂直な稜部、即ち誘電体線路 2 の入出力端面の平行平板導体 1, 3 側の稜部に設けてもよい。その場合にも接合強度の向上の効果が得られる。

## 【 0 0 2 6 】

そして、図 8 (a) ~ (d) は面取り部 2 a の各種形態を示すものであり、(a) は、面取り部 2 a が直線的な C 面とされたものであり、加工が容易である。

(b) は、面取り部 2 a が複数の直線的な面から構成されたものであり、面取り部 2 a の端の欠けの発生を抑えることができる。(c) は、C 面の面取り部 2 a の平行平板導体に対向する面 2 c における幅 H が側面 2 b における幅 H 1 よりも大きくなっている構成であり、誘電体線路 2 の側面 2 b の面積を大きくとれるため、高周波信号の伝送損失が小さくなる。(d) は、凸状曲面の面取り部 2 a の平行平板導体に対向する面 2 c における幅 H が側面 2 b における幅 H 1 よりも大きくなっている構成であり、誘電体線路 2 の側面 2 b の面積を大きくとれるため、高周波信号の伝送損失が小さくなる。

## 【 0 0 2 7 】

本発明の誘電体線路 2 は、使用周波数 60 GHz での Q 値が 1000 以上である、Mg, Al, Si の複合酸化物を主成分としたセラミックスを用いるのがよい。上記のセラミックスは比誘電率が 4.5 ~ 8 程度である。比誘電率をこの範囲に限定したのは、比誘電率が 4.5 未満の場合、上記したように LSM モードの電磁波の LSE モードへの変換が大きくなるからである。また、比誘電率が 8 を超えると、50 GHz 以上の周波数で使用する際、誘電体線路 2 の幅を非常に細くしなければならず、加工が困難になって形状精度が劣化し、強度の点でも問題が生じる。また、使用周波数 60 GHz での Q 値が 1000 以上である、Mg, Al, Si の複合酸化物を主成分としたセラミックスの場合、これは、近年におけるマイクロ波帯域、ミリ波帯に含まれる 60 GHz で使用される誘電体線路として、十分な低損失性を実現するものである。

## 【 0 0 2 8 】

そして、誘電体線路2の組成および組成比は、モル比組成式を $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$ と表した時に、 $x=10\sim40$ モル%、 $y=10\sim40$ モル%、 $z=20\sim80$ モル%、 $x+y+z=100$ モル%を満足する、Mg, Al, Siの複合酸化物を主成分とする。

【0029】

本発明の誘電体線路2の材料であるセラミックス（誘電体磁器組成物）の主成分の組成比を上記範囲に限定したのは、次の理由による。即ち、 $x$ を $10\sim40$ モル%としたのは、 $10$ モル%未満では良好な焼結体を得られず、また $40$ モル%を超えると比誘電率が大きくなるからである。特に $x$ は、 $60\text{GHz}$ での $Q$ 値を $2000$ 以上とするという点から $15\sim35$ モル%が望ましい。

【0030】

また、 $y$ を $10\sim40$ モル%としたのは、 $y$ が $10$ モル%よりも小さい場合には良好な焼結体を得られず、 $40$ モル%を超えると比誘電率が大きくなるからである。 $y$ は、 $60\text{GHz}$ での $Q$ 値を $2000$ 以上とするという点から $17\sim35$ モル%が望ましい。

【0031】

$z$ を $20\sim80$ モル%としたのは、 $z$ が $20$ モル%よりも小さい場合には比誘電率が大きくなり、 $80$ モル%を超えると良好な焼結体を得られず $Q$ 値が低下するからである。 $z$ は、 $60\text{GHz}$ での $Q$ 値を $2000$ 以上とするという点から $30\sim65$ モル%が望ましい。

【0032】

これら $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ のモル%を示す $x$ ,  $y$ ,  $z$ は、EPMA (Electron Probe Micro Analysis) 法, XRD (X-ray Diffraction: X線回折) 法等の分析方法で特定できる。

【0033】

また、本発明の誘電体線路2用のセラミックス（誘電体磁器組成物）は、主結晶相がコーディエライト ( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ) であり、他の結晶相としてムライト ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) , スピネル ( $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )

), プロトエンスタタイト {メタ珪酸マグネシウム ( $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ) を主成分とするステアタイトの一種}, クリノエンスタタイト {メタ珪酸マグネシウム ( $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ) を主成分とするステアタイトの一種}, フォルステライト ( $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ), クリスタライト {珪酸 ( $\text{SiO}_2$ ) の一種}, トリジマイト {珪酸 ( $\text{SiO}_2$ ) の一種}, サファリン ( $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$  の珪酸塩の一種) 等が析出する場合があるが、組成によってその析出相が異なる。なお、本発明の誘電体磁器組成物ではコーディエライトのみからなる結晶相であってもよい。

## 【0034】

本発明の誘電体線路 2 用の誘電体磁器組成物は、以下のようにして製造する。原料粉末として、例えば  $\text{MgCO}_3$  粉末,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  粉末,  $\text{SiO}_2$  粉末を用い、これらを所定割合で秤量し、湿式混合した後乾燥し、この混合物を大気中において  $1100 \sim 1300^\circ\text{C}$  で仮焼した後、粉碎し粉末状とする。得られた粉末に適量の樹脂バインダを加えて成形し、この成形体を大気中  $1300 \sim 1450^\circ\text{C}$  で焼成することにより得られる。

## 【0035】

原料粉末中に含まれる  $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Si}$  の元素から成る原料粉末は、それぞれ酸化物、炭酸塩、酢酸塩等の無機化合物、もしくは有機金属等の有機化合物のいずれであってもよく、焼成により酸化物となるものであれば良い。

## 【0036】

なお、本発明の誘電体磁器組成物の主成分は、 $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Si}$  の複合酸化物を主成分とし、 $60\text{GHz}$  での  $Q$  値を  $1000$  以上であるという特性を損なわない範囲で、上記元素以外に、粉碎ボールや原料粉末の不純物が混入したり、焼結温度範囲の制御、機械的特性向上を目的に他の成分を含有させても良い。例えば、希土類元素化合物、 $\text{Ba}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{In}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{Ti}$  等の酸化物、ならびに窒化ケイ素等の窒化物などの非酸化物である。これらは単独または複数種が含まれていても良い。

## 【0037】

本発明でいう高周波帯域は、数  $10 \sim$  数  $100\text{GHz}$  帯域のマイクロ波帯域およびミリ波帯域に相当し、例えば  $30\text{GHz}$  以上、特に  $50\text{GHz}$  以上、更には

7 0 G H z 以上の高周波帯域が好適である。

【 0 0 3 8 】

さらに、誘電体線路のその他の材料として、テフロン、ポリスチレン、ガラスエポキシ樹脂等の樹脂系のもの、アルミナセラミックス、ガラスセラミックス、フォスファイトセラミックス等のものでもよいが、誘電特性、加工性、強度、小型化、信頼性等の点でコーディエライトセラミックスが好ましい。

【 0 0 3 9 】

本発明のNRDガイドS1は、無線LAN、自動車のミリ波レーダ等に使用されるものであり、例えば自動車の周囲の障害物および他の自動車に対しミリ波を照射し、反射波を元のミリ波と合成して中間周波信号を得、この中間周波信号を分析することにより障害物及び他の自動車までの距離、それらの移動速度等が測定できる。

【 0 0 4 0 】

かくして、本発明は、信頼性が高く、高性能で小型なNRDガイドを構成することができる。また、従来のアルミナセラミックス等よりも低比誘電率のセラミックスからなる誘電体線路を用いているため、LSMモードの電磁波のLSEモードへの変換を少なくでき、高周波信号の損失が抑えられる。

【 0 0 4 1 】

本発明のNRDガイドを用いたミリ波送受信器について、以下に説明する。図3、図4は本発明のミリ波送受信器としてのミリ波レーダーを示すものであり、図3は送信アンテナと受信アンテナが一体化されたものの平面図、図4は送信アンテナと受信アンテナが独立したものの平面図である。

【 0 0 4 2 】

図3において、51は本発明の一方の平行平板導体（他方は省略する）、52は第1の誘電体線路53の一端に設けられた、高周波ダイオード発振器を有する電圧制御型のミリ波信号発振部（電圧制御発振部）であり、バイアス電圧印加方向が高周波信号の電界方向に合致するように、第1の誘電体線路53の高周波ダイオード近傍に配置された可変容量ダイオードのバイアス電圧を周期的に制御して、三角波、正弦波等とすることにより、周波数変調した送信用のミリ波信号と



して出力する。

【 0 0 4 3 】

5 3 は、高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号が変調された送信用のミリ波信号を伝搬させる第 1 の誘電体線路、5 4 は、第 1、第 3、第 4 の誘電体線路 5 3、5 5、5 7 にそれぞれ結合される第 1、第 2、第 3 の接続部 5 4 a、5 4 b、5 4 c を有する、フェライト円板等から成るサーキュレータ、5 5 は、サーキュレータ 5 4 の第 2 の接続部 5 4 b に接続され、ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送受信アンテナ 5 6 を有する第 3 の誘電体線路、5 6 は、第 3 の誘電体線路 5 5 の先端をテーパー状等とすることにより構成された送受信アンテナである。

【 0 0 4 4 】

なお、送受信アンテナ 5 6 は、平行平板導体 5 1 に形成された貫通孔を通して高周波信号を入出力させ、平行平板導体 5 1 の外面に貫通孔に接続された金属導波管を介して設置されたホーンアンテナ等であってもよい。

【 0 0 4 5 】

また 5 7 は、送受信アンテナ 5 6 で受信され第 3 の誘電体線路 5 5 を伝搬してサーキュレータ 5 4 の第 3 の接続部 5 4 c より出力した受信波をミキサー 5 9 側へ伝搬させる第 4 の誘電体線路、5 8 は、第 1 の誘電体線路 5 3 に一端側が電磁結合するように近接配置されて、ミリ波信号の一部をミキサー 5 9 側へ伝搬させる第 2 の誘電体線路、5 8 a は、第 2 の誘電体線路 5 8 のミキサー 5 9 と反対側の一端部に設けられた無反射終端部（ターミネータ）である。また、図中 M 1 は、第 2 の誘電体線路 5 8 の中途と第 4 の誘電体線路 5 7 の中途とを近接させて電磁結合させることにより、ミリ波信号の一部と受信波を混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部である。

【 0 0 4 6 】

本発明のサーキュレータ 5 4 は、平行平板導体 5 1、5 1 間に平行に配設された一対のフェライト円板の周縁部に所定間隔、例えばフェライト円板の中心点に関して角度で 1 2 0° 間隔で配置され、かつそれぞれミリ波信号の入出力端とされた第 1 の接続部 5 4 a、第 2 の接続部 5 4 b および第 3 の接続部 5 4 c を有し

、一つの接続部から入力されたミリ波信号をフェライト円板の面内で時計回りまたは反時計回りに隣接する他の接続部より出力させるものである。また、平行平板導体 5 1 の外側主面のフェライト円板に相当する部位には、フェライト円板を伝搬する電磁波の波面を回転させるための磁石が、磁力線がフェライト円板に対し略垂直方向（略上下方向）に通過するように設けられる。なお、本発明のフェライト板は円板状のもの限らず、多角形状等のものでもよい。

## 【 0 0 4 7 】

また、本発明のミリ波送受信器の他の実施形態として、送信アンテナと受信アンテナを独立させた図 4 のタイプがある。同図において、6 1 は一方の平行平板導体（他方は省略する）、6 2 は第 1 の誘電体線路 6 3 の一端に設けられた、高周波ダイオード発振器を有する電圧制御型のミリ波信号発振部であり、バイアス電圧印加方向が高周波信号の電界方向に合致するように第 1 の誘電体線路 6 3 の高周波ダイオード近傍に配置された可変容量ダイオードのバイアス電圧を周期的に制御して、三角波、正弦波等とすることにより、周波数変調した送信用のミリ波信号として出力する。

## 【 0 0 4 8 】

6 3 は、高周波ダイオード発振器が一端部に付設され、高周波ダイオード発振器から出力されたミリ波信号が変調された送信用のミリ波信号を伝搬させる第 1 の誘電体線路、6 4 は、第 1、第 3、第 5 の誘電体線路 6 3、6 5、6 7 にそれぞれ接続される第 1、第 2、第 3 の接続部（図 3 と同様であり図示せず）を有する、フェライト円板等から成るサーキュレータ、6 5 は、サーキュレータ 6 4 の第 2 の接続部に接続され、ミリ波信号を伝搬させるとともに先端部に送信アンテナ 6 6 を有する第 3 の誘電体線路、6 6 は、第 3 の誘電体線路 6 5 の先端をテーパ状等とすることにより構成された送信アンテナ、6 7 は、サーキュレータ 6 4 の第 3 の接続部に接続され、送信用のミリ波信号を減衰させる無反射終端部 6 7 a が先端に設けられた第 5 の誘電体線路である。

## 【 0 0 4 9 】

また 6 8 は、第 1 の誘電体線路 6 3 に一端側が電磁結合するように近接配置されて、ミリ波信号の一部をミキサー 7 1 側へ伝搬させる第 2 の誘電体線路、6 8

a は、第 2 の誘電体線路 6 8 のミキサー 7 1 と反対側の一端部に設けられた無反射終端部、6 9 は、受信アンテナ 7 0 で受信された受信波をミキサー 7 1 側へ伝搬させる第 4 の誘電体線路である。また、図中 M 2 は、第 2 の誘電体線路 6 8 の中途と第 4 の誘電体線路 6 9 の中途とを近接させて電磁結合させることにより、ミリ波信号の一部と受信波とを混合させて中間周波信号を発生させるミキサー部である。

## 【 0 0 5 0 】

なお、送信アンテナ 6 6 および受信アンテナ 7 0 は、平行平板導体 6 1 に形成された貫通孔を通して高周波信号を入力または出力させ、平行平板導体 6 1 の外面に貫通孔に接続された金属導波管を介して設置されたホーンアンテナ等であってもよい。

## 【 0 0 5 1 】

本発明では、図 3 において、第 1 の誘電体線路 5 3 に第 2 の誘電体線路 5 8 の一端側を近接配置するかまたは一端部を接合するが、接合する場合、接合部において、第 1 の誘電体線路 5 3 を直線状、第 2 の誘電体線路 5 8 を円弧状となし、その円弧状部の曲率半径  $r$  を高周波信号の波長  $\lambda$  以上とする。これにより、高周波信号を損失を小さくして均等の出力で分岐させ得る。また、接合部において、第 2 の誘電体線路 5 8 を直線状、第 1 の誘電体線路 5 3 を円弧状となし、その円弧状部の曲率半径  $r$  を高周波信号の波長  $\lambda$  以上としてもよく、この場合も上記と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 2 】

また、ミキサー 5 9 部において、第 2 の誘電体線路 5 8 と第 4 の誘電体線路 5 7 とを接合することもでき、この場合、上記と同様に、これらの誘電体線路 5 8、5 7 のいずれか一方の接合部を円弧状となし、その円弧状部の曲率半径  $r$  を高周波信号の波長  $\lambda$  以上とするのがよい。また、第 2 の誘電体線路 5 8 と第 4 の誘電体線路 5 7 とを電磁結合するように近接配置する場合、その近接部において、第 2 の誘電体線路 5 8 と第 4 の誘電体線路 5 7 との近接部の少なくとも一方を円弧状とすることにより、近接配置の構成とすることができる。

## 【 0 0 5 3 】

また好ましくは、上記の接合部の曲率半径  $r$  は  $3\lambda$  以下が良く、 $3\lambda$  を超えると接合構造が大きくなり小型化のメリットが得られない。接合部の曲率半径  $r$  を波長  $\lambda$  より小さく設定すると、円弧状の接合部を有する誘電体線路への分岐強度は小さくなる。

## 【 0 0 5 4 】

このような第 1 の誘電体線路 5 3 と第 2 の誘電体線路 5 8 との接合構造、および第 2 の誘電体線路 5 8 と第 4 の誘電体線路 5 7 との接合構造、並びに第 2 の誘電体線路 5 8 と第 4 の誘電体線路 5 7 との近接配置の構成については、図 4 の場合も上記と同様である。

## 【 0 0 5 5 】

そして、これらの各種部品は、ミリ波信号の波長  $\lambda$  の 2 分の 1 以下の間隔で配置した平行平板導体間に設けられる。

## 【 0 0 5 6 】

図 3 のものにおいて、第 1 の誘電体線路 5 3 の中途にスイッチを設け、それをオン・オフ (ON-OFF) することでパルス変調制御することもできる。例えば、図 6 に示すような、配線基板 8 8 の一主面に第 2 のチョーク型バイアス供給線路 1 1 2 を形成し、その中途に半田実装されたビームリードタイプの PIN ダイオードやショットキーバリアダイオードを設けたスイッチである。なお、図 6 において E は誘電体線路 7 7 内を伝搬する高周波信号の電界方向を示す。

## 【 0 0 5 7 】

この配線基板 8 8 を、第 1 の誘電体線路 5 3 の第 2 の誘電体線路 5 8 との信号分岐部とサーキュレータ 5 4 との間に、PIN ダイオードやショットキーバリアダイオードのパルス変調用ダイオードのバイアス電圧印加方向が LSM モードの高周波信号の電界方向に合致するように配置し、第 1 の誘電体線路 5 3 に介在させるものである。また、第 1 の誘電体線路 5 3 にもう一つのサーキュレータを介在させ、その第 1、第 3 の接続部に第 1 の誘電体線路 5 3 を接続し、第 2 の接続部に他の誘電体線路を接続し、その誘電体線路の先端部の端面に、図 8 ような構成でショットキーバリアダイオードを設けたスイッチを設置してもよい。

## 【 0 0 5 8 】

図4のものにおいて、サーキュレータ64をなくし、第1の誘電体線路63の先端部に送信アンテナ66を接続した構成とすることもできる。この場合、小型化されたものとなるが、受信波の一部が電圧制御発振部（ミリ波信号発振部）62に混入しノイズ等の原因となり易いため、図4のタイプが好ましい。

【0059】

また、図4のタイプにおいて、第2の誘電体線路68は、第3の誘電体線路65に一端側が電磁結合するように近接配置されるか第3の誘電体線路65に一端が接合されて、ミリ波信号の一部をミキサー71側へ伝搬させるように配置されていてもよい。この構成においても、図4のものと同様の機能、作用効果を有する。

【0060】

この図4のものにおいて、第1の誘電体線路63の中途に、図6に示したものと同様に構成したスイッチを設け、それをオン・オフすることでパルス変調制御することもできる。例えば、図6のような、配線基板88の一主面に第2のチョーク型バイアス供給線路112を形成し、その中途に半田実装されたビームリードタイプのPINダイオードやショットキーバリアダイオードを設けたスイッチである。この配線基板88を、第1の誘電体線路63の第2の誘電体線路68との信号分岐部と、サーキュレータ64との間に、PINダイオードやショットキーバリアダイオードのバイアス電圧印加方向がLSMモードの高周波信号の電界方向に合致するように配置し、第1の誘電体線路63に介在させるものである。

【0061】

また、第1の誘電体線路63にもう一つのサーキュレータを介在させ、その第1、第3の接続部に第1の誘電体線路63を接続し、第2の接続部に他の誘電体線路を接続し、その誘電体線路の先端部の端面に、図6のような構成のショットキーバリアダイオードを設けたスイッチを設置してもよい。

【0062】

また、これらのミリ波送受信器において、平行平板導体間の間隔は、ミリ波信号の空気中での波長であって、使用周波数での波長 $\lambda$ の2分の1以下となる。

【0063】

また、図 3、図 4 のミリ波送受信器は FMCW (Frequency Modulation Continuous Waves) 方式であり、FMCW 方式の動作原理は以下のようなものである。電圧制御発振部の変調信号入力用の MOD IN 端子に、電圧振幅の時間変化が三角波等となる入力信号を入力し、その出力信号を周波数変調し、電圧制御発振部の出力周波数偏移を三角波等になるように偏移させる。そして、送受信アンテナ 5 6、送信アンテナ 6 6 より出力信号（送信波）を放射した場合、送信用アンテナ 5 6、送信アンテナ 6 6 の前方にターゲットが存在すると、電波の伝搬速度の往復分の時間差をともなって、反射波（受信波）が戻ってくる。この時、ミキサー 5 9、7 1 の出力側の I F O U T 端子には、送信波と受信波の周波数差が出力される。

## 【 0 0 6 4 】

この I F O U T 端子の出力周波数等の周波数成分を解析することで、 $F_{if} = 4 R \cdot f_m \cdot \Delta f / c$  { $F_{if}$ : I F (Intermediate Frequency) 出力周波数,  $R$ : 距離,  $f_m$ : 変調周波数,  $\Delta f$ : 周波数偏移幅,  $c$ : 光速} という関係式から距離を求めることができる。

## 【 0 0 6 5 】

このように、自動車のミリ波レーダ等に適用した場合、自動車の周囲の障害物および他の自動車に対しミリ波を照射し、反射波を元のミリ波と合成して中間周波信号を得、この中間周波信号を分析することにより障害物および他の自動車までの距離、それらの移動速度等が測定できる。

## 【 0 0 6 6 】

本発明の高周波ダイオード発振器を用いた電圧制御発振部 5 2、6 2 について以下に説明する。図 5、図 6 は本発明の N R D ガイド型の高周波ダイオード発振器を示し、これらの図において、7 1 は一対の平行平板導体、7 2 はガンダイオード 7 3 を設置（マウント）するための略直方体状の金属ブロック等の金属部材、7 3 はマイクロ波、ミリ波を発振する高周波ダイオードの 1 種であるガンダイオード、7 4 は金属部材 7 2 の一側面に設置され、ガンダイオード 7 3 にバイアス電圧を供給するとともに高周波信号の漏れを防ぐローパスフィルタとして機能するチョーク型バイアス供給線路 7 4 a を形成した配線基板、7 5 はチョーク型

バイアス供給線路 7 4 a とガンダイオード 7 3 の上部導体とを接続する金属箔リボン等の帯状導体、7 7 はガンダイオード 7 3 の近傍に配置され高周波信号を受信し外部へ伝搬させる誘電体線路（第 1 の誘電体線路 5 3，6 3 に相当するもの）である。

## 【 0 0 6 7 】

また図 5 において、チョーク型バイアス供給線路 7 4 a は、幅の広い線路および幅の狭い線路の長さがそれぞれ略  $\lambda/4$  であり、また帯状導体 7 5 の長さは略  $\{(3/4) + m\} \lambda$  ( $m$  は 0 以上の整数) である。この帯状導体 7 5 の長さは略  $3\lambda/4 \sim$  略  $\{(3/4) + 3\} \lambda$  が良く、略  $\{(3/4) + 3\} \lambda$  を超えると帯状導体 7 5 が長くなり、撓み、振じれ等が生じ易くなり、個々の高周波ダイオード発振器間で発振周波数等の特性のばらつきが大きくなるとともに、種々の共振モードが発生して、所望の発振周波数と異なる周波数の信号が発生するという問題が生じる。より好ましくは、略  $3\lambda/4$ ，略  $\{(3/4) + 1\} \lambda$  である。

## 【 0 0 6 8 】

また、略  $\{(3/4) + m\} \lambda$  としたのは、 $\{(3/4) + m\} \lambda$  から多少ずれていても共振は可能だからである。例えば、帯状導体 5 を  $\{(3/4) + m\} \lambda$  よりも 1 0 ～ 2 0 % 程度長く形成しても良く、その場合、帯状導体 7 5 の接するチョーク型バイアス供給線路 7 4 a の 1 パターン目の長さ  $\lambda/4$  のうち一部が共振に寄与すると考えられるからである。従って、帯状導体 5 の長さは  $\{(3/4) + m\} \lambda \pm 2 0 \%$  程度の範囲内で変化させることができる。

## 【 0 0 6 9 】

これらチョーク型バイアス供給線路 7 4 a および帯状導体 7 5 の材料は、Cu，Al，Au，Ag，W，Ti，Ni，Cr，Pd，Pt 等から成り、特に Cu，Ag が、電気伝導度が良好であり、損失が小さく、発振出力が大きくなるといった点で好ましい。

## 【 0 0 7 0 】

また、帯状導体 7 5 は金属部材 7 2 の表面から所定間隔をあけて金属部材 7 2 と電磁結合しており、チョーク型バイアス供給線路 7 4 a とガンダイオード 7 3

間に架け渡されている。即ち、帯状導体 7 5 の一端はチョーク型バイアス供給線路 7 4 a の一端に半田付け等により接続され、帯状導体 7 5 の他端はガンダイオード 7 3 の上部導体に半田付け等により接続されており、帯状導体 7 5 の接続部を除く中途部分は宙に浮いた状態となっている。

## 【 0 0 7 1 】

そして、金属部材 7 2 は、ガンダイオード 7 3 の電氣的な接地（アース）を兼ねているため金属導体であれば良く、その材料は金属（合金を含む）導体であれば特に限定するものではなく、真鍮（黄銅：Cu-Zn 合金），Al，Cu，SUS（ステンレススチール），Ag，Au，Pt 等から成る。また金属部材 7 2 は、全体が金属から成る金属ブロック、セラミックスやプラスチック等の絶縁基体の表面全体または部分的に金属メッキしたもの、絶縁基体の表面全体または部分的に導電性樹脂材料等をコートしたものであっても良い。

## 【 0 0 7 2 】

また、誘電体線路 7 7 は、図 3，図 4 の第 1 の誘電体線路 5 3，6 3 に相当するものであり、その材料は上記の通りコーディエライト（ $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ）セラミックス（比誘電率 4～5）等が好ましく、これらは高周波帯域において低損失である。ガンダイオード 7 3 と誘電体線路 7 7 との間隔は 1.0 mm 程度以下が好ましく、1.0 mm を超えると損失を小さくして電磁的結合が可能な最大離間幅を超える。

## 【 0 0 7 3 】

また、本発明の高周波ダイオードとしては、インパット（impatt: impact ionisation avalanche transit time）・ダイオード，トラパット（trapatt: trapped plasma avalanche triggered transit）・ダイオード，ガンダイオード等のマイクロ波ダイオードおよびミリ波ダイオードが好適に使用される。

## 【 0 0 7 4 】

## 【実施例】

本発明の実施例を以下に示す。

## 【 0 0 7 5 】

## （実施例）



図1のNRDガイドS1を以下のように構成した。誘電体線路2の材料として、本発明のMg, Al, Siの複合酸化物を主成分としたセラミックスであって、種々の組成比としたものを作製した。それらの比誘電率と周波数60GHzにおけるQ値を表1に示す。

【0076】

【表1】

|    | 組成 (mol%) |                                |                  | 添加物                            | (wt%) | 比誘電率 | Q値(60GHz) |
|----|-----------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------|------|-----------|
|    | MgO       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> |                                |       |      |           |
| 1  | 5         | 55                             | 40               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 6.8  | 520       |
| 2  | 10        | 10                             | 80               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 4.8  | 1400      |
| 3  | 10        | 30                             | 60               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15    | 5.8  | 1820      |
| 4  | 10        | 40                             | 50               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.1   | 5.8  | 1850      |
| 5  | 15        | 35                             | 50               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 5.6  | 2121      |
| 6  | 17.5      | 17.5                           | 65               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 4.8  | 2040      |
| 7  | 20        | 40                             | 40               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 5.6  | 1010      |
| 8  | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | -                              | -     | 4.7  | 2810      |
| 9  | 25        | 17                             | 58               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.1  | 2490      |
| 10 | 25        | 27                             | 48               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.6  | 2770      |
| 11 | 25.5      | 30                             | 44.5             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.8  | 2120      |
| 12 | 30        | 10                             | 60               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 5.2  | 1500      |
| 13 | 30        | 30                             | 40               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 5.6  | 2500      |
| 14 | 35        | 20                             | 45               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 6.0  | 2060      |
| 15 | 35        | 35                             | 30               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.1   | 5.8  | 2080      |
| 16 | 40        | 10                             | 50               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.8  | 1990      |
| 17 | 40        | 20                             | 40               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 5.5  | 1020      |
| 18 | 40        | 40                             | 20               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 6.0  | 1470      |
| 19 | 40        | 50                             | 10               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 7.9  | 520       |
| 20 | 58        | 10                             | 32               | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 7.5  | 1250      |
| 21 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.1   | 4.8  | 2910      |
| 22 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1     | 4.8  | 2670      |
| 23 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5     | 4.8  | 2750      |
| 24 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7     | 4.9  | 3010      |
| 25 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 3010      |
| 26 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15    | 5.4  | 2100      |
| 27 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 10    | 5.0  | 2900      |
| 28 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2930      |
| 29 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2870      |
| 30 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2910      |
| 31 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2990      |
| 32 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2790      |
| 33 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | BaO                            | 10    | 4.9  | 2500      |
| 34 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | SrO                            | 10    | 4.9  | 2890      |
| 35 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | CaO                            | 10    | 4.9  | 2470      |
| 36 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | NiO                            | 10    | 5.0  | 2880      |
| 37 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | CoO                            | 10    | 5.0  | 2790      |
| 38 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2960      |
| 39 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10    | 5.0  | 2850      |
| 40 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | TiO <sub>2</sub>               | 10    | 5.0  | 2760      |
| 41 | 22.2      | 22.2                           | 55.6             | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | 10    | 4.9  | 2840      |

【0077】

一対の平行平板導体 1, 3 として、アルミニウムで加工した縦 8 0 m m × 横 8 0 m m × 厚さ 2 m m の金属板を 1. 8 m m の間隔 d で配置し、表 1 の N O. 2 4 のコーディエライトセラミックスからなる誘電体線路 2 を介装した。この誘電体線路 2 の断面形状は、高さが約 1. 8 m m 、幅が 0. 8 m m の長方形形状であり、各稜部に 0. 1 m m の面取り部 2 a (図 7) が施されている。金属板の内面の表面粗さを触針式の表面粗さ測定器で測定したところ、 $0. 3 \mu \text{m}$ であった。金属板と誘電体線路 2 は 1 液型のエポキシ樹脂で接着した。高周波信号の伝送損失をネットワークアナライザーで 7 6. 5 G H z で評価したところ、 $0. 1 8 \text{ dB} / \text{cm}$ であり、実用上十分低損失であった。

【 0 0 7 8 】

(比較例)

コーディエライトセラミックスからなる誘電体線路 2 の各稜部に 0. 3 5 m m の面取り部 2 a が施されている以外は実施例と同様に図 1 の N R D ガイド S 1 を構成した。高周波信号の伝送損失は  $0. 4 \text{ dB} / \text{cm}$  と大きなものであった。

【 0 0 7 9 】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更を行うことは何等差し支えない。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】

本発明は、N R D ガイドにおいて、誘電体線路の伝送方向の稜部に 0. 0 1 ~ 0. 3 m m の幅の面取り部が形成されていることにより、高い信頼性と低損失を両立させる高性能な非放射性誘電体線路とすることができる。

【 0 0 8 1 】

また好ましくは、誘電体線路は、M g, A l, S i の複合酸化物を主成分とするセラミックスからなるとともに測定周波数 6 0 G H z での Q 値が 1 0 0 0 以上であることにより、従来のアルミナセラミックス等よりも低比誘電率のセラミックスからなる誘電体線路を用いることにより、L S M モードの電磁波の L S E モードへの変換を少なくでき、高周波信号の損失が抑えられる。

【 0 0 8 2 】

また好ましくは、複合酸化物のモル比組成式が  $x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2$  (但し、 $x = 10 \sim 40$  モル%,  $y = 10 \sim 40$  モル%,  $z = 20 \sim 80$  モル%,  $x + y + z = 100$  モル% を満足する) で表されることにより、さらに伝送損失が少なく、かつ安価で高い形状精度の誘電体線路を用いたNRDガイドを作製できる。

【0083】

本発明のミリ波送受信器は、送受信アンテナを備えたタイプ、および送信アンテナと受信アンテナとが独立したタイプにおいて、各誘電体線路のうち少なくとも一つが上記本発明の誘電体線路から成ることにより、誘電体線路を伝搬するLSMモードの電磁波のLSEモードへの変換が少なく、従って誘電体線路に小さい曲率半径で使用周波数範囲が広い急峻な曲線部を作製することができ、その結果ミリ波送受信器を使用周波数範囲が広く、小型化でき、しかも加工が容易で作製の自由度の高いものとすることができる。さらに、送信アンテナと受信アンテナとが独立したタイプでは、送信用のミリ波信号がサーキュレータを介してミキサーへ混入することがなく、その結果受信信号のノイズが低減し探知距離が増大し、さらにミリ波信号の伝送特性に優れたものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のNRDガイドの内部を透視した斜視図である。

【図2】

従来のNRDガイドの内部を透視した斜視図である。

【図3】

本発明のNRDガイドを備えたミリ波レーダーの一実施形態の平面図である。

【図4】

本発明のNRDガイドを備えたミリ波レーダーの他の実施形態の平面図である。

【図5】

本発明のミリ波レーダー用のミリ波発振部の斜視図である。

【図6】

図 5 のミリ波発振部に組み込まれる可変容量ダイオードを設けた配線基板の斜視図である。

【図 7】

(a) は本発明の NRD ガイドについて高周波信号の伝送方向に垂直方向の断面でみた誘電体線路部の部分断面図、(b) は誘電体線路の面取り部の部分断面図である。

【図 8】

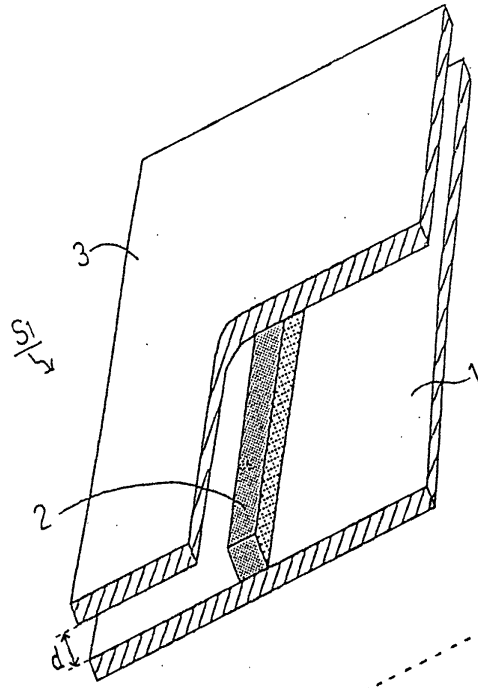
(a) ~ (d) は本発明の誘電体線路の面取り部の各種形態を示す部分断面図である。

【符号の説明】

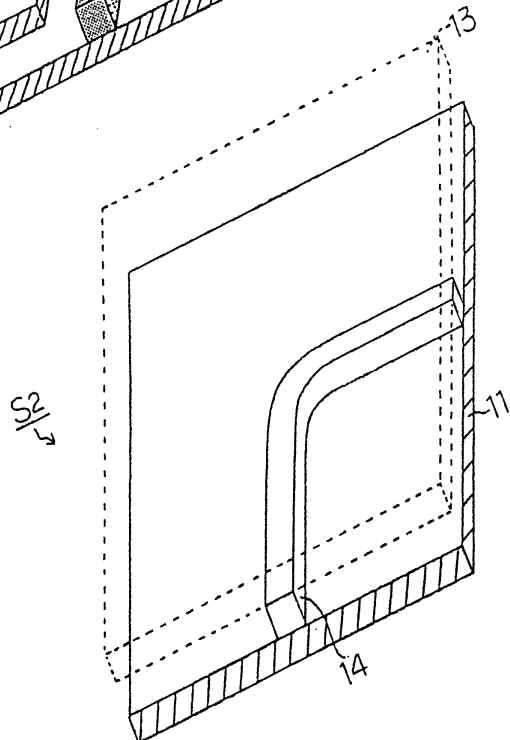
- 1 : 下側の平行平板導体
- 2 : 誘電体線路
- 3 : 上側の平行平板導体

特2000-360134

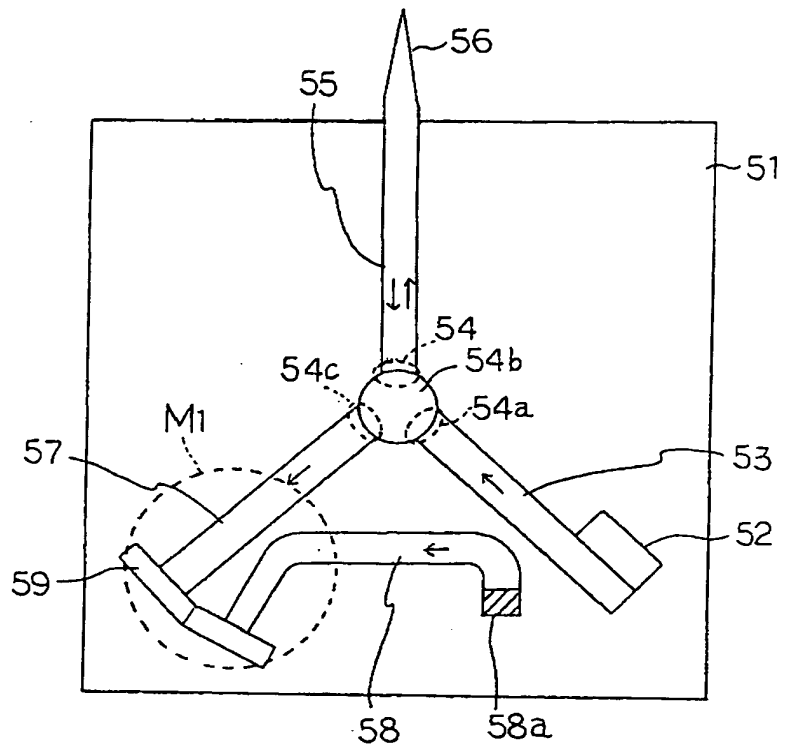
【書類名】 図面  
【図1】



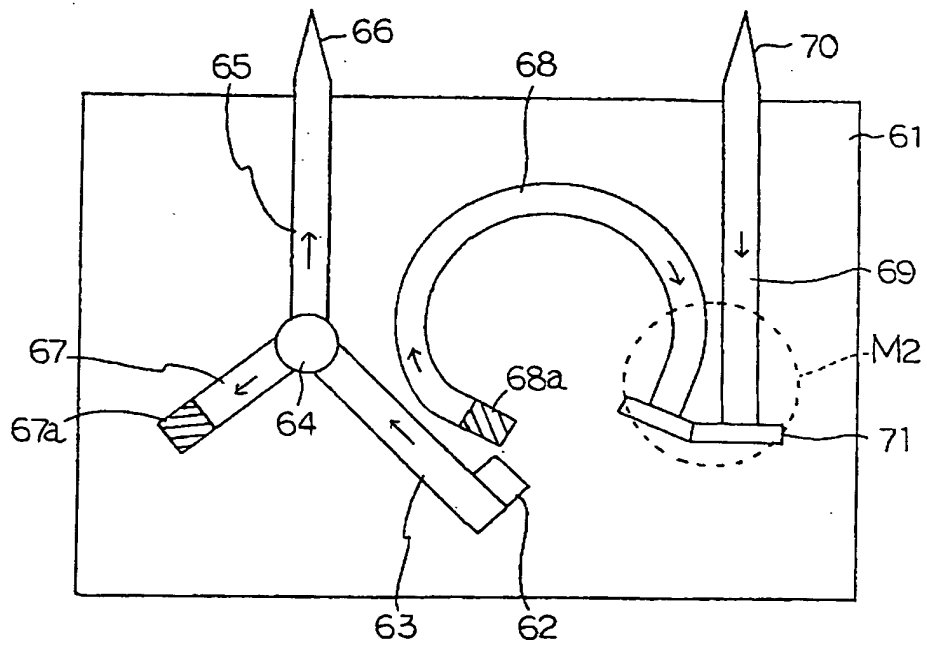
【図2】



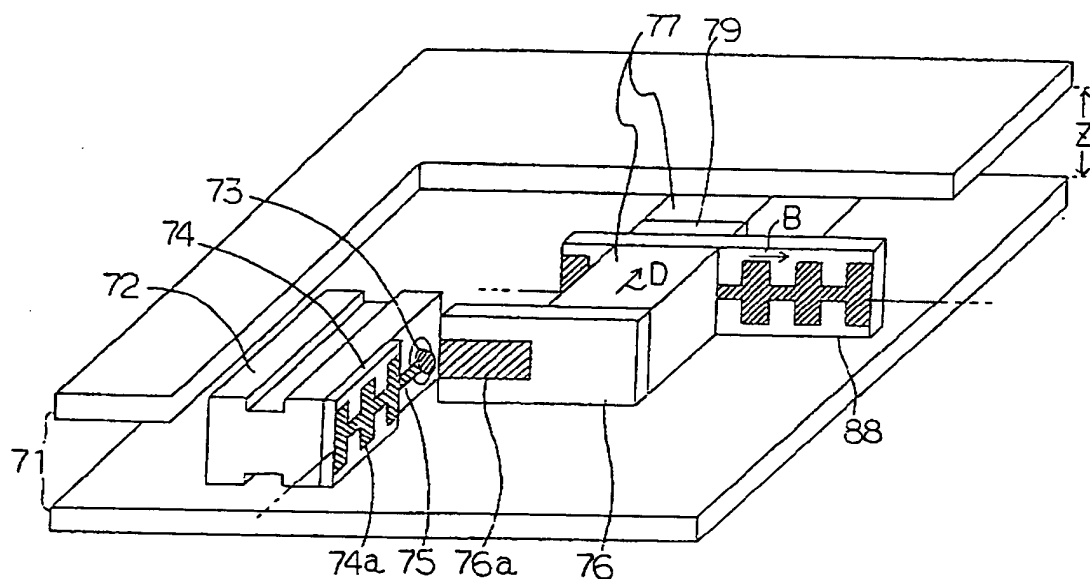
【図 3】



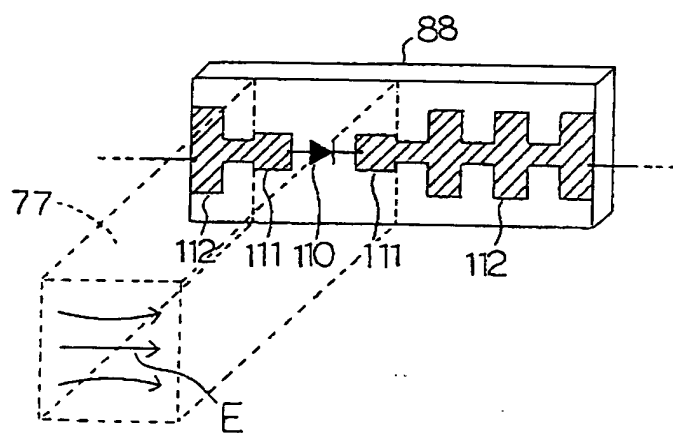
【図 4】



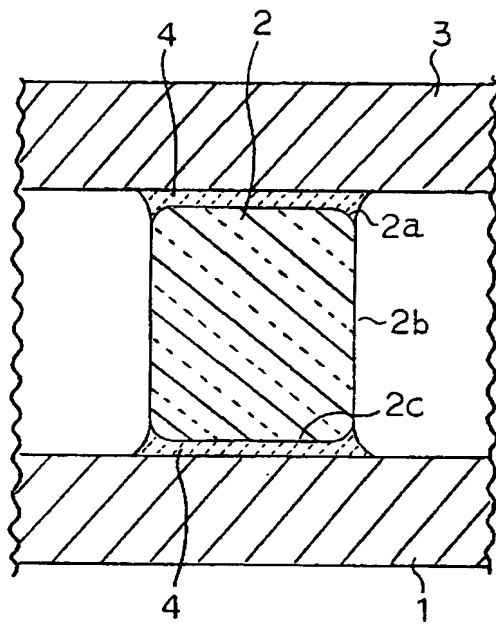
【図5】



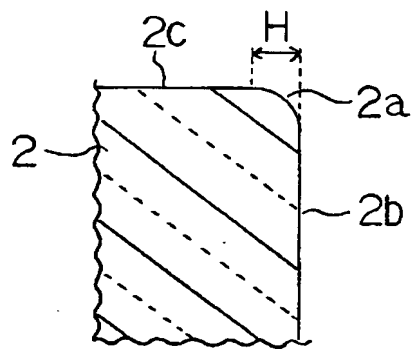
【図6】



【図 7】



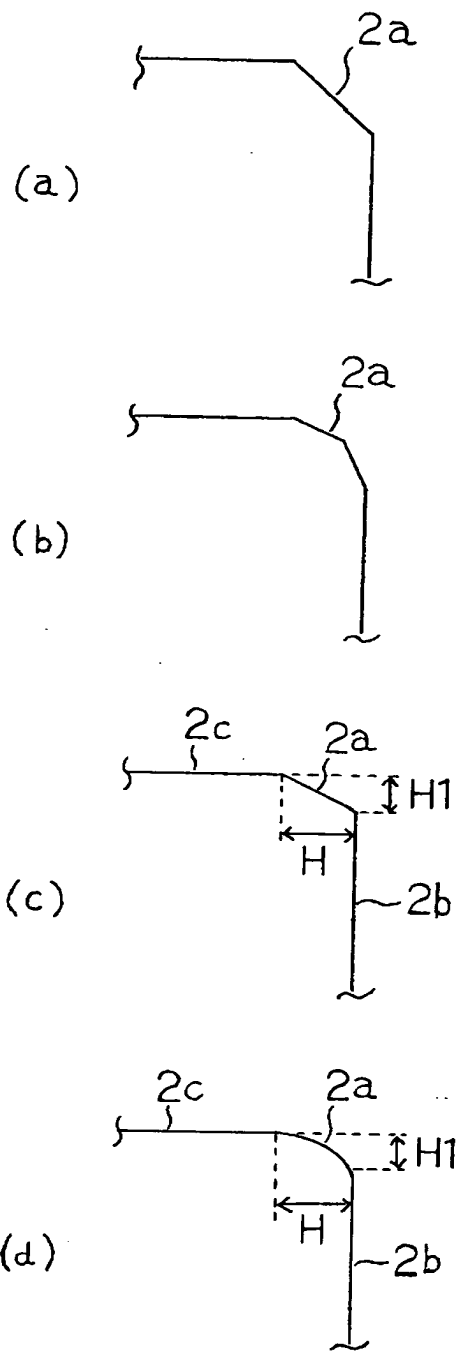
( a )



( b )



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】信頼性に優れ、低損失な非放射性誘電体線路を提供する。

【解決手段】高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で配置した平行平板導体間に誘電体線路を介装してなる非放射性誘電体線路において、誘電体線路の高周波信号の伝送方向の稜部に0.01～0.3mmの幅の面取り部が形成されている。

【選択図】 図1

特 2 0 0 0 - 3 6 0 1 3 4

認 定 ・ 付 加 情 報

|         |                          |         |
|---------|--------------------------|---------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 0 - 3 6 0 1 3 4 |         |
| 受付番号    | 5 0 0 0 1 5 2 5 1 0 9    |         |
| 書類名     | 特許願                      |         |
| 担当官     | 第七担当上席                   | 0 0 9 6 |
| 作成日     | 平成 1 2 年 1 1 月 2 8 日     |         |

< 認定情報・付加情報 >

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成12年11月27日 |
|-------|-------------|

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006633]

1. 変更年月日 1998年 8月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
氏 名 京セラ株式会社